

---

## ***Apagadores tipo retención CHEMCO v/s Molinos Verticales***

**Mohamad Hassibi, Chemco Systems Senior Process Engineer**

**Versión Español: Juan Morey, Product Manager AGT MINING**

---

### ***INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO***

---

Fecha publicación: Julio 2015

---

Palabras clave: Lechada de cal, apagado de cal, neutralización de aguas ácidas, ahorro en consumo de cal, molinos verticales, eficiencia de neutralización.

### ***RESUMEN***

*El proceso de apagado de cal es una reacción química y los molinos verticales son un equipo de reducción de tamaño. El apagado es el proceso de conversión de “cal viva” (CaO) a “cal hidratada” (Ca(OH)<sub>2</sub>. Esta conversión es llamada proceso de hidratación y el producto final es llamado hidróxido.*

Dependiendo de la calidad de la cal viva el proceso de hidratación tomará entre 3 a 10 minutos para finalizar. Una cal viva altamente reactiva se hidrata completamente en 3 minutos mientras que una cal viva de baja capacidad de reacción se hidratará en 10 minutos o más.

Los apagadores de tipo retención CHEMCO están diseñados para un tiempo de retención de 10 minutos trabajando a la capacidad máxima nominal. A medida que la tasa de alimentación es reducida el tiempo de retención aumenta. Por ejemplo, si un apagador CHEMCO trabaja a un 50% de su capacidad el tiempo de retención será de 20 minutos.

Los molinos verticales usados como apagadores de cal están diseñados para un tiempo de retención de entre 3 a 5 minutos. Esto causa que la cal con baja capacidad de reacción salga del molino parcialmente apagada lo que resulta en una lechada de cal de baja capacidad de reacción, particularmente si la cal viva es del tipo “hard burned” durante la calcinación.

Uno de los importantes factores que afectan la calidad y el consumo de cal lechada de cal es la temperatura a la cual la cal viva fue apagada. Mientras más alta sea la temperatura durante el apagado más fino será el tamaño de partículas de hidróxido resultante y por lo que al tener partículas más finas mayor será el área de contacto de hidróxido en un volumen de lechada. Mientras mayor sea la superficie de contacto de hidróxido resultará en una neutralización más eficiente y en un menor consumo de cal.

Los apagadores CHEMCO están diseñados para efectivamente controlar la temperatura en la cámara de apagado entre +/- 2 grados Fahrenheit respecto al punto de seteo. El punto de seteo generalmente varía entre 175 a 185°F (80 a 85°C). Cualquier cambio a las entradas del apagador, como por ejemplo: temperatura del agua, presión del agua, calidad y cantidad de cal viva, serán compensados por el sistema de control del apagador para mantener la temperatura de seteo.

Los molinos verticales no operan basados en una temperatura constante en la cámara de apagado, sino que operan estrictamente basados en la relación agua:cal. Dado que los controles están basados en la relación agua:cal, cualquier variación en la cal viva, temperatura y calidad del agua afectaran el proceso de apagado. Variaciones en la temperatura de apagado resultaran en una variación de la reacción del hidróxido final por lo que la eficiencia de neutralización y el consumo de cal se verán afectados negativamente.

Los molinos verticales indican la temperatura de lechada a la salida del molino. Si la temperatura de la lechada en la descarga sobrepasa el punto de set se activa una alarma. Se necesita un operador para cambiar la relación agua:cal para corregir esta situación.

Si la temperatura de apagado se sobrepasa en el apagador CHEMCO respecto a la temperatura de seteo debido a la falla de un componente, los controles automáticamente activaran una electroválvula y añadirá agua de enfriamiento para alcanzar una bajada de temperatura acorde a la seteada. Si el problema persiste por un tiempo determinado, el sistema de control detendrá la alimentación de cal y activará una alarma al operador para encontrar la falla.

Cuando cal viva es añadida junto a agua fría el proceso de apagado es retardado, la subida de temperatura es disminuida y las partículas resultantes de hidróxido son muy gruesas. Esta condición es llamada "Ahogamiento" o "Drowning". En los apagadores CHEMCO la cal viva es añadida a lechada ya preparada con una temperatura de 180°F o 83°C. Esto resulta en un apagado rápido y en partículas de hidróxido con una gran área superficial.

En los molinos verticales la cal viva es añadida al agua fría (temperatura ambiente) en una cámara de pre-mezclado antes de ingresar al molino. Esto causa el "Ahogamiento" de la cal viva resultando en partículas gruesas de hidróxido, por lo tanto aumentando el consumo de cal.

En los molinos verticales la mezcla de cal y agua entra al molino por la parte superior, cerca de la descarga de lechada del molino al tanque de separación. La lechada de cal fluye desde el tanque separador al estanque de almacenamiento y es bombeada a los hidrociclones (si son usados) y desde la base del tanque separador es bombeado al molino para remolienda. El lazo (loop) de recirculación alimenta una gran cantidad de lechada de vuelta al molino, lo que provoca un flujo ascendente en este. Este flujo ascendente es tan grande que impide la bajada de la mezcla de cal y agua hacia la zona de molienda del molino. Este flujo ascendente de lechada fuerza a que la mezcla de cal y agua provoque un cortocircuito en la descarga del molino y termine en la parte superior del tanque de recirculación. Esta es la razón que se encuentren bolas de molienda en el fondo del tanque de separación.

El apagador CHEMCO posee blafes diseñados especialmente para prevenir este cortocircuito entre la alimentación de cal a la descarga del apagador. Las calizas típicas incluyen impurezas como sílice y alúmina que son minerales altamente abrasivos. Estas impurezas alcanzan rangos entre 1 a 3%. Estos minerales son transportados desde la calcinación a la cal viva sin ser afectados durante el proceso de calcinación.

Los molinos verticales reducen el tamaño de estas impurezas y son ingresadas al proceso de apagado. Dado que la alúmina y la sílice son muy abrasivas, causan un desgaste extra en los medios de molienda, el tornillo del molino, bombas y tuberías. Los apagadores CHEMCO descartan el sobre tamaño y arenillas de la lechada de cal, por lo tanto eliminan el desgaste en bombas, tuberías y válvulas.

## **CAPEX**

Los gastos de inversión de un molino vertical son varias veces los de un sistema de apagado de cal CHEMCO.

1. Solo el molino vertical cuesta dos o tres veces lo que un apagador CHEMCO de similar capacidad.
2. Las fundaciones o cimientos para un molino vertical en varias veces son más costosos debido a la altura y pesos, particularmente en zonas de temblores 1 a 4.
3. Construcciones para un molino vertical tienen que ser mucho más altas para acomodar la altura del molino, por lo tanto mucho más caras.
4. Los costos de construcciones son mayores ya que el molino no puede ser instalado bajo el silo de almacenamiento de cal viva.
5. Equipos adicionales como transportadores, escaleras de acceso, plataformas y estructuras de soporte son necesarias, que aumentan los costos de inversión.
6. Dado que el molino vertical es muy alto dependiendo del tamaño del molino, el silo de almacenamiento de cal debe ser elevado para que la cal sea alimentada al chute de mezclado del molino.
7. Debido al tamaño, peso de los equipos y disposición de diseño, el tiempo transcurrido desde el inicio de construcción de cimientos hasta el montaje del sistema completo de apagado de cal usando un molino vertical es el doble del tiempo comparado a un sistema CHEMCO compacto de preparación de lechada de cal.



## **OPEX**

### **1. Consumo energético**

El consumo de energético de un molino vertical es aproximadamente 4 veces el de un apagador CHEMCO. Asumiendo un molino vertical con capacidad de 20,6 [toneladas cortas/hora], el molino tendrá un motor de 200[HP]. Un apagador CHEMCO para la misma capacidad tendrá un motor de 35 [HP].

Un molino vertical en el ejemplo anterior usará 1.017.834 [kW/hora], es decir más energía que un apagador CHEMCO. En un año los ahorros en energía mostrados aquí no incluyen el consumo de potencia usados por el tanque de separación y bombas de recirculación del molino.

### **2. Consumo de bolas de molienda**

Los medios de molienda (bolas) son considerados un elemento de desgaste y consumidos a una tasa constante. La tasa de consumo está basada en el grado de abrasión de las arenillas, el porcentaje de arenillas en la lechada de cal y el tonelaje de arenillas en la cal.

### **3. Consumo de cal**

El consumo de cal y los costos asociados dependen en la cantidad de cal alimentada así como también de precio de la cal entregada en la planta. El consumo de un apagador CHEMCO será aproximadamente 3-4% menor que un molino vertical debido a una mejor operación de control que resulta en una lechada de cal de mejor calidad.

### **4. Consumo de agua**

Los apagadores CHEMCO producen una lechada de cal final con un 20% de sólidos versus el molino la cual es 18% en sólidos. Los apagadores CHEMCO usan un 2% menos de agua para la misma tasa de alimentación de cal.

El agua es un recurso muy valioso y cada vez menos disponible para el uso industrial, por lo tanto los apagadores CHEMCO son más amigables con el medio ambiente que los molinos verticales.



## **Resumen**

Los molinos vertical usados como apagadores de cal es el uso ineficiente de un equipo diseñado para moler y no para apagar cal. La justificación para su uso ha sido que es el único equipo adecuado para el apagado de cal usando agua con un alto contenido de Sulfitos o Sulfatos. Esto no es cierto. Investigaciones y pruebas realizadas por CHEMCO han probado que la cantidad de Sulfitos o Sulfatos contenidos en el agua de apagado tiene un impacto despreciable en la capacidad de neutralización de la lechada de cal apagada con aguas conteniendo hasta 5000 PPM de Sulfatos.

Los costos de inversión y operación para un molino vertical son mucho mayores comparados con un sistema de apagado de cal diseñado por CHEMCO.